

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт космических и информационных технологий
Базовая кафедра геоинформационных систем

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ В.И. Харук

подпись

« ____ » _____ 2016 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

09.03.02 - Информационные системы и технологии

Формирование и анализ пространственных данных по автодорогам
Красноярского края

Руководитель _____ доцент каф. Б-ГИС, к.ф.-м.н. О.Э. Якубайлик
подпись, дата

Выпускник _____ А.С. Сураев

_____ подпись, дата
Нормоконтролер _____ Е.В. Федотова
подпись, дата

Красноярск 2016

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт космических и информационных технологий
Базовая кафедра геоинформационных систем

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ В.И. Харук

« ____ » _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы

Студенту Сураеву Антону Сергеевичу

Группа: КИ12-16Б Направление (специальность): 09.03.02

Информационные системы и технологии

Тема выпускной квалификационной работы: «Формирование и анализ пространственных данных по автодорогам Красноярского края»

Утверждена приказом по университету № 7749/с от 06.06.2016 г.

Руководитель ВКР: О.Э. Якубайлик, доцент каф. Б-ГИС, к.ф.-м.н.

Исходные данные для ВКР: текстовый документ с перечнем автомобильных дорог общего пользования регионального и межмуниципального значения Красноярского края и Shape-файлы с оцифрованными дорогами Красноярского края, представленные краевым государственным казенным учреждением «Управление автомобильных дорог по Красноярскому краю», а также Shape-файлы с населенными пунктами и районами Красноярского края, предоставленные ИВМ СО РАН.

Перечень разделов ВКР:

- Обзор предметной области;
- Описание программного обеспечения, ресурсов и исходных данных;
- Обработка и анализ пространственных данных;
- Результаты работы и их использование.

Перечень графического материала: слайды презентации.

Руководитель ВКР _____
подпись

О.Э. Якубайлик

Задание принял к исполнению _____
подпись

А.С. Сураев

« ____ » _____ 2016 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Формирование и анализ пространственных данных по автодорогам Красноярского края» содержит 40 страниц текстового документа, 3 приложения, 15 использованных источников.

ГЕОПОРТАЛ, ВЕБ, АВТОДОРОГИ, ТРАНСПОРТНАЯ ДОСТУПНОСТЬ, ГИС, ТЕМАТИЧЕСКАЯ КАРТА.

В работе выполнялись действия по формированию пространственной базы данных и ее анализа с дальнейшим созданием тематических карт.

Цель работы – формирование и анализ пространственных данных по автодорогам Красноярского края на основе официального перечня автомобильных дорог Красноярского края, а так же дальнейшая публикация полученных результатов в виде тематических карт на геопортале ИВМ СО РАН.

Задачи работы:

- формирование пространственной базы данных на основе исходных данных;
- наполнение сформированной базы данных дополнительной информацией;
- анализ полученных данных и создание тематических слоев карт на основе сформированной пространственной базы данных.

В результате выполнения данной работы, была сформирована пространственная база данных по автодорогам Красноярского края, проведен ее анализ, и созданы на его основе тематические карты транспортной доступности.

Результаты данной работы были опубликованы на геопортале ИВМ СО РАН в виде двух карт:

- карта автомобильных дорог общего пользования Красноярского края;
- карта транспортной доступности по автодорогам общего пользования Красноярского края.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 Обзор предметной области.....	5
1.1 Управление автомобильных дорог по Красноярскому краю	5
1.2 Текущее положение развития сети автомобильных дорог в России.....	6
1.3 Геоинформационные технологии в сфере управления автодорог.....	9
2 Описание программного обеспечения, ресурсов и исходных данных.....	12
2.1 Программное обеспечение	12
2.2 Исходные данные	14
2.4 Геопортал ИВМ СО РАН	15
2.4.1 Описание ресурса.....	15
2.4.2 Инструменты для загрузки файлов на геопортал и их редактирования	18
3 Обработка и анализ пространственных данных	19
3.1 Обработка исходных данных.....	19
3.2 Наполнение пространственной базы данных.....	25
3.3 Анализ данных и создание тематического слоя карты.....	29
3.4 Публикация результата на геопортал ИВМ СО РАН.....	32
4 Результаты работы и их использование.....	35
Заключение	38
Список использованной литературы.....	39
Приложение А. Карта дорог Красноярского края, согласно официальному документу.....	41
Приложение Б. Карта автомобильных дорог общего пользования Красноярского края на геопортале ИВМ СО РАН	42
Приложение В. Карта транспортной доступности по автодорогам общего пользования Красноярского края на геопортале ИВМ СО РАН.....	44

ВВЕДЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе рассмотрено направление геоинформационных технологий (географических информационных технологий) и его взаимодействие с управлением автомобильных дорог. Довольно часто специалисты в сфере управления автодорогами сталкиваются с проблемой глобального визуального контроля отслеживания местонахождения, содержания и учета автодорог. Очень важна для них возможность визуально оценивать автодорогу. Именно эту возможность могут предоставить геоинформационные системы (географические информационные системы, далее ГИС), способные с помощью специальных космических спутников, а также других летательных аппаратов, получать высокоточные снимки высокого разрешения земной поверхности, на которых можно наблюдать автодороги. Кроме того, специально разработанные методы обработки таких снимков позволяют не только визуально проводить анализ, но так же и производить различные математические и пространственные расчеты, а так же создавать достаточно точные и информативные карты земной поверхности. Для дорожной отрасли это преимущественно навигационные карты.

Фронт задач стоящих перед геоинформационными системами очень велик и постоянно пополняется все новыми и новыми изящными решениями. Среди таких задач, немалая доля связана с автодорогами, и часть этих задач ориентирована на автодороги Красноярского края. Не так давно к постановлению правительства Красноярского края было выпущено приложение с перечнем автомобильных дорог общего пользования регионального и межмуниципального значения Красноярского края, именно этот перечень образовал задачу, которую необходимо решить с помощью геоинформационных систем. Сутью задачи является визуальное представление, стоящих на учете, автодорог Красноярского края регионального и межмуниципального значения согласно официальному перечню, выпущенному в приложении к постановлению

Правительства Красноярского края от 15.05.2015 № 233-п и к постановлению Совета администрации Красноярского края от 17.06.2002 № 205-п.

Целью данной выпускной квалификационной работы является формирование и анализ пространственных данных по автодорогам Красноярского края на основе официального перечня автомобильных дорог Красноярского края, а так же дальнейшая публикация полученных результатов в виде тематических карт на геопортале Института вычислительного моделирования (ИВМ) СО РАН.

Задачи работы:

- формирование пространственной базы данных на основе исходных данных;
- наполнение сформированной базы данных дополнительной информацией;
- анализ полученных данных и создание тематических слоев карт на основе сформированной пространственной базы данных.

1 Обзор предметной области

1.1 Управление автомобильных дорог по Красноярскому краю

Краевое государственное казенное учреждение «Управление автомобильных дорог по Красноярскому краю» (далее – КГКУ «КрУДор») является некоммерческой организацией, созданной субъектом Российской Федерации - Красноярским краем для оказания государственных услуг, выполнения работ и (или) исполнения государственных функций в целях обеспечения реализации предусмотренных законодательством Российской Федерации полномочий по использованию автомобильных дорог и осуществлению дорожной деятельности, путём изменения типа существующего краевого государственного бюджетного учреждения «Управление автомобильных дорог по Красноярскому краю» на основании распоряжения Правительства Красноярского края от «30» июня 2011 № 504-р [1].

Целями деятельности КГКУ «КрУДор» являются:

- осуществление дорожной деятельности в отношении автомобильных дорог общего пользования регионального или межмуниципального значения и искусственных сооружений на них;
- размещение заказов для обеспечения государственных нужд Красноярского края в сфере дорожной деятельности;
- обеспечение сохранности закреплённой сети автомобильных дорог;
- организация совершенствования и развития сети автомобильных дорог, повышение их технического уровня и транспортно-эксплуатационного состояния;
- обеспечение соответствия состояния автомобильных дорог установленным правилам, стандартам, техническим нормам;
- обеспечение безопасного и бесперебойного движения автомобильного транспорта по автомобильным дорогам общего пользования регионального или межмуниципального значения и искусственным сооружениям на них,

повышение их пропускной способности, благоустройства, экологической безопасности, безопасности дорожного движения;

- целевое и эффективное использование бюджетных средств, выделяемых в соответствии с законом края о краевом бюджете на очередной финансовый год и на плановый период для финансирования работ по проектированию, строительству, реконструкции, капитальному ремонту, ремонту и содержанию автомобильных дорог;

- участие в реализации государственной политики в области использования автомобильных дорог и осуществления дорожной деятельности в отношении автомобильных дорог общего пользования регионального или межмуниципального значения и искусственных сооружений на них [1].

Предметом деятельности КГКУ «КрУДор» является исполнение государственных функций, оказание государственных услуг и (или) выполнение работ в целях обеспечения реализации предусмотренных законодательством Российской Федерации полномочий министерства транспорта Красноярского края в области использования автомобильных дорог и осуществления дорожной деятельности в отношении автомобильных дорог общего пользования регионального или межмуниципального значения Красноярского края и искусственных сооружений на них, а также в отношении других автомобильных дорог, в рамках реализации долгосрочных целевых и ведомственных целевых программ, и инвестиционных проектов, финансируемых за счёт средств краевого бюджета [1].

1.2 Текущее положение развития сети автомобильных дорог в России

В настоящее время одним из наиболее существенных инфраструктурных ограничений в Российской Федерации является несоответствие уровня развития автомобильных дорог темпам социально-экономического роста [2].

Автомобильные дороги являются одной из основных частей транспортной сети.

На основе анализа транспортной сети регионов определяются основные направления развития транспортной инфраструктуры страны. При этом важной задачей является не только дальнейшее увеличение протяженности автомобильных дорог, но и улучшение их технического состояния [3].

Транспортные сети всех видов имеют инфраструктурное значение и необходимы для создания наиболее благоприятных условий функционирования всех отраслей народного хозяйства. В частности, транспортная система должна обеспечить бесперебойное, безопасное и эффективное перемещение в пространстве людей и грузов между всеми населенными пунктами и хозяйственными объектами [4].

Высокие темпы роста экономики, рынка автомобилей и автотранспортных перевозок не сопровождаются соответствующими темпами развития сети автомобильных дорог. Изношенность и низкая плотность сети автомобильных дорог накладывают серьезные ограничения на развитие всей российской экономики [2].

Высокие темпы роста экономики, рынка автомобилей и автотранспортных перевозок не сопровождаются соответствующими темпами развития сети автомобильных дорог. За период реализации подпрограммы «Автомобильные дороги» в составе федеральной целевой программы «Модернизация транспортной системы России (2002-2010 гг.)» с 2002 г. по 2007 г. протяженность дорог общего пользования (федерального, регионального или межмуниципального значения) сократилась на 1,3%, объем финансирования дорожного хозяйства уменьшился на 7,9%. За тот же период прирост валового внутреннего продукта России составил 16%, численность парка автотранспортных средств увеличилась на 17%. Сохраняется отставание темпов роста протяженности автомобильных дорог от темпов роста уровня автомобилизации [2].

Свыше трети протяженности автомобильных дорог федерального значения и мостовых сооружений на них требуют увеличения прочностных характеристик проезжей части для обеспечения проезда современных автотранспортных средств. Около четверти протяженности автомобильных дорог регионального и межмуниципального значения соответствует нормативным требованиям по транспортно-эксплуатационному состоянию, остальные дороги нуждаются в неотложном проведении работ по реконструкции или капитальному ремонту. Качество автомобильных дорог местного значения значительно хуже, чем федеральных, региональных или межмуниципальных дорог [2].

На территории, не имеющей выхода на сеть автомобильных дорог общего пользования, проживает порядка 2 млн. человек, около 40 тысяч населенных пунктов не обеспечены круглогодичной связью с дорожной сетью общего пользования по автомобильным дорогам, имеющим твердое покрытие, из них 8,3 тыс. населенных пунктов (20%) имеет численность населения свыше 50 человек [2].

Развитие сети автомобильных дорог является важным катализатором ускорения экономического роста страны и её регионов. Анализ показывает четкую зависимость структуры экономики региона от уровня развития дорожной сети. Как правило, чем лучше развита дорожная сеть в регионе, тем более развиты отрасли сферы обрабатывающего производства и сферы услуг, ориентированные на обслуживание автомобильным транспортом [2].

Автомобильные дороги, помимо интеграции регионов, играют важную роль в географическом распределении экономического роста. Проведенный анализ показал, что зоны с высокой плотностью размещения мест приложения труда, как правило, располагаются вблизи основных автодорожных артерий, где у них есть прямой и беспрепятственный доступ к поставщикам и потребителям [2].

Развитие автомобильных дорог позволит расширить площадь территорий Российской Федерации, вовлеченных в активный экономический оборот,

увеличивая тем самым объем внутреннего рынка и сохраняя высокие темпы роста экономики и инвестиций [2].

Но, к сожалению, темпы развития дорожной сети напрямую зависят от своевременной, объективной оценки ситуации и анализа актуальных данных. Для того чтобы провести этот анализ, необходимо современное технологически-аналитическое программное обеспечение, которое позволит хранить, обрабатывать и анализировать данные такого рода.

1.3 Геоинформационные технологии в сфере управления автодорог

В настоящее время географические информационные системы очень стремительно продолжают развиваться и находят свое применение все в более широком кругу задач. Несомненно, они помогают «ориентироваться» нам всем в этом большом мире, и смотреть на Землю с каждым разом с новых ракурсов. Но действительно ли мы понимаем, что такое «геоинформационные системы»? В сети интернет существует множество различных определений данному термину, но всех их объединяет похожая составляющая, которая твердит о том, что геоинформационные системы непосредственно ориентированы на работу с пространственными данными, позволяя осуществлять их анализ, хранение, сбор и графическую визуализацию.

ГИС предоставляет возможность по новому взглянуть на окружающий мир, она позволяет создавать карты и анализировать объекты реального мира, а также происходящие на планете события. ГИС это современная компьютерная технология, которая может объединять в себе традиционные операции с базами данных и достоинства визуализации и анализа пространственной (географической) информации, представленной в виде карты.

ГИС все крепче уживаются с нами в повседневной жизни и помогают ежедневно решать трудности с навигацией где-либо. Большая часть цифровых устройств, которыми пользуется человек в повседневной жизни, содержат в себе и используют геоинформационные системы, будь то простой смартфон или же

какой-нибудь электронный ошейник любимого домашнего питомца, позволяющий отслеживать его местонахождение.

Под пространственными данными, принято понимать данные цифрового формата о пространственных объектах, содержащие в себе сведения о их местоположении и свойствах. Следовательно, пространственные данные являются основной частью информационного обеспечения геоинформационных систем.

Так как, пространственные данные могут нести в себе большие объемы информации, то соответственно для их обработки нужны мощные программные и аппаратные средства. Под программными средствами принято понимать наборы программ заставляющих аппаратную часть выполнять те действия, которые необходимы для выполнения поставленной задачи. Программных средств предназначенных для работы с пространственными данными на сегодняшний день достаточно много, как платных так и бесплатных, и выбор стоит только за потребителем. Под аппаратными средствами понимают электронные и механические части вычислительных устройств, к ним не относится информация и программное обеспечение. Аппаратные средства также представлены в широком ассортименте и со всевозможными системными требованиями.

Пространственные данные в основном хранятся в формате Shape-файла. Shape-файл является векторным форматом данных, который хранит информацию о форме, местоположении и атрибутах географических объектов. Он обычно хранится в виде набора связанных файлов и содержит один класс пространственных объектов. Часто в работе с пространственными данными, Shape-файл называют слоем векторных данных, или при непосредственной работе с картой, просто слой.

Векторный формат представляет собой изображение, описанное при помощи математических формул. Благодаря этому, такие изображения обладают свойством неограниченного масштабирования, редактирования без потери качества и еще рядом преимуществ. Но, к сожалению, из-за сложности описания

формулами сильно детализированных изображений, векторные изображения имеют большой размер файла по сравнению с растровыми изображениями, которые состоят из массива цветных пикселей(ячеек) и хранят значение для каждого из них. Также векторные изображения имеют трудность передачи фотореалистичных изображений, опять же из-за сложности описания формулами всех деталей. И в дополнение ко всему, далеко не каждый графический редактор поддерживает работу с векторными форматами изображений. Несмотря на все минусы векторной графики, геоинформационные системы уверенно реализуют свою работу именно с помощью векторных форматов данных.

Различное программное обеспечение ориентированное на работу с пространственными данными, как правило, поддерживает работу сразу с большим количеством Shape-файлов, тем самым предоставляя возможность пользователю создавать очень информативные электронные карты путем комбинации из наложенных друг на друга Shape-файлов. Под электронной картой, в сфере геоинформационных систем, принято понимать цифровое картографическое изображение, визуализированное с помощью программных и технических средств в специальной системе условных знаков, соответствующей содержанию карты определенного вида и масштаба. Как известно, масштаб – это отношение длины на карте, к соответствующей ей реальной длине на местности.

Благодаря своей актуальности, геоинформационные системы нашли свое применение и в сфере управления дорогами. Множество различных задач, вставших перед учреждением «КрУДор», находят свое решение с помощью ГИС, поэтому сейчас просто невозможно представить дорожную деятельность без применения таких систем, особенно учитывая стремительно растущее количество дорожных сетей. От простейших задач визуализации дорог с географической привязкой, до сложных пространственных и статистических анализов, все это можно реализовать с помощью ГИС. Благодаря таким системам можно визуально отслеживать местонахождение дорог, их форму, протяженность, состояние, территориальное разграничение, навигацию по ним, производить

статистический анализ, геометрические расчеты и многое другое. Данная работа как раз основана на решении подобной задачи.

По заданию требуется на основе выпущенного приложения к постановлению правительства Красноярского края с перечнем автомобильных дорог общего пользования регионального и межмуниципального значения Красноярского края создать визуальное представление стоящих на учете, автодорог Красноярского края регионального и межмуниципального значения. Это необходимо в первую очередь для того, чтобы практически любой человек мог наглядно, с помощью масштабируемой карты на геопортале ИВМ СО РАН, получить основную информацию об интересующей его автодороге Красноярского края. В качестве полученной информации может быть официальный код дороги, единое наименование, протяженность, принадлежность к районам Красноярского края, длина на конкретном районе, значение дороги и многие другие параметры.

2 Описание программного обеспечения, ресурсов и исходных данных

2.1 Программное обеспечение

Для выполнения данной работы было использовано программное обеспечение, позволяющее редактировать текстовые документы, таблицы, и пространственные данные.

Редактор Microsoft Office Word - текстовый редактор, предназначенный для выполнения всех процессов обработки текста: набора и верстки, проверки орфографии, вставки в текст графики, печати текста. В документах наряду с текстом могут встречаться рисунки, таблицы, формулы [5].

К основным возможностям программы относятся следующие операции:

- набор и редактирование текста;
- исправление орфографических и грамматических ошибок;
- оформление внешнего вида документа;

- создание таблиц, графиков и рисунков;
- оформление шаблонов деловых писем, визитных карточек и других документов;
- расчёт простейших формул в таблицах;
- слияние документов;
- защита документа паролем;
- вывод документа на печать;
- подготовка pdf-документа;
- совместная работа с документом и т.п [5].

Редактор Microsoft Office Excel - это программа, предназначенная для работы с электронными таблицами, которая позволяет хранить, организовывать и анализировать информацию. Она позволяет работать с различными форматами данных. В Excel можно производить как простые, так и очень сложные расчеты, хранить данные, организовывать различные дневники, составлять отчеты, строить графики, диаграммы и многое другое [6].

ГИС Quantum GIS (далее QGIS) — свободная кроссплатформенная геоинформационная система позволяющая управлять геоданными, отображать, редактировать и анализировать их, а также создавать макеты карт. QGIS работает в Linux, Unix, Mac OSX и Windows, поддерживает множество векторных, растровых форматов, а также различные базы данных [7].

ГИС Quantum GIS позволяет:

- просматривать данные, можно просматривать и накладывать друг на друга векторные и растровые данные в различных форматах и проекциях без преобразования во внутренний или общий формат;
- с помощью удобного графического интерфейса создавать карты и исследовать пространственные данные;
- создавать и редактировать векторные данные, а также экспортировать их в разные форматы;

- анализировать векторные пространственные данные в PostgreSQL/PostGIS и других форматах, поддерживаемых OGR, используя модуль fTools, написанный на языке программирования Python. В настоящее время QGIS предоставляет возможность использовать инструменты анализа, выборки, геопроецирования, управления геометрией и базами данных. Также можно использовать интегрированные инструменты GRASS, которые включают в себя функциональность более чем 300 модулей GRASS [7].

ГИС ArcGIS – это система для построения ГИС любого уровня. ArcGIS дает возможность легко создавать данные, карты, глобусы и модели в настольных программных продуктах, затем публиковать их и использовать в настольных приложениях, в веб-браузерах и в поле, через мобильные устройства. Для разработчиков ArcGIS дает все необходимые инструменты для создания собственных приложений [8].

ГИС MapInfo Professional – географическая информационная система (ГИС), предназначенная для сбора, хранения, отображения, редактирования и анализа пространственных данных. MapInfo Professional поддерживает все распространённые форматы данных, включая офисные форматы, такие как Microsoft Excel, Access, форматы реляционных и пространственных баз данных (Oracle, Microsoft SQL Server, PostGIS, SQLite), форматы графических данных (AutoCAD DXF/DWG, SHP, DGN) и многие другие [9].

2.2 Исходные данные

В качестве исходных данных был получен текстовый документ с перечнем официально утвержденных междугородних автомобильных дорог общего пользования Красноярского края (дороги регионального и межмуниципального значения) и 5 векторных слоёв:

- слой с оцифрованными дорогами Красноярского края (наиболее актуальный на сегодня, далее целевой слой);
- слой территориального деления Красноярского края (по районам);

- слой «КрУДор» с частично актуальными междугородними дорогами, для частичной сверки правильности (далее вспомогательный слой);
- точечный слой с населенными пунктами Красноярского края;
- слой с оцифрованными дорогами федерального назначения, проходящими через территорию Красноярского края.

2.4 Геопортал ИВМ СО РАН

Геопортал Института вычислительного моделирования Сибирского отделения Российской академии наук представляет собой специализированный картографический веб-сайт, который предоставляет возможность удаленного доступа к картографической информации (географическим пространственным данным) и связанные с ним сервисы по поиску, визуализации, редактированию и прочим операциям.

2.4.1 Описание ресурса

Геопортал – это программно-технологическое обеспечение для работы с пространственными данными. Его основная задача – обеспечение пользователя средствами и сервисами хранения и каталогизации, публикации и загрузки пространственных (географических) данных, поиска и фильтрации по метаданным, интерактивной веб-визуализации, прямого доступа к геоданным на основе картографических веб-сервисов [10].

Сегодня геопортал ИВМ СО РАН – это комплекс программно-технологических решений, который состоит из следующих элементов:

- хранилище информационных (тематических) ресурсов. Сегодня это преимущественно размещенные на файл-сервере геоданные в формате популярных и наиболее распространенных геоинформационных систем (ГИС) Shape-файлов ESRI Arcview и Tab-файлов MapInfo, а также ресурсы ГИС-

серверов MapGuide Open Source, ресурсы пространственных баз данных PostgreSQL/PostGIS, и прочее;

- каталог ресурсов, которые зарегистрированы на портале. Каталог ресурсов, или «каталог метаданных» о ресурсах - это база данных, которая содержит метаописания всех информационных ресурсов геопортала, а также набор программных библиотек (API) для различных операций по их обработке. Программная реализация выполнена на PostgreSQL/PostGIS, доступ организован через веб-сервис по протоколу SOAP. В частности предполагается, что метаданные о ресурсах могут быть представлены в различных стандартах - ГОСТ, ISO, и т.п. Информационная модель каталога постоянно совершенствуется, включает развитые средства разграничения прав доступа, множественной классификации ресурсов;

- подсистема веб-администратора геопортала «Управление данными» (система веб-администрирования Каталога ресурсов). Основная задача - регистрация информационных ресурсов в каталоге, ввод и редактирование метаданных. Дополнительные функции связаны с разграничением прав доступа, импортом метаданных со сторонних WMS-ресурсов и их соответствующей регистрацией в каталоге, и прочее;

- редактор стилового оформления слоев и карт «ГеоЭкспресс». Windows-программа, предназначенная для создания и редактирования стилового оформления тематических карт. Является по сути одним из элементов администрирования портала, который посчитали целесообразным выделить из веб-интерфейса основной системы администрирования. Эта программа для нашего портала является продуктом, аналогичным программе Autodesk MapGuide Studio или MapGuide Maestro для MapGuide Open Source. Редактор карт формирует XML-описание стилового оформления слоев и карт геопортала, сохраняет его в каталоге ресурсов;

- пользовательский веб-интерфейс каталога ресурсов (метаданных). Веб-приложение, предназначенное для навигации по зарегистрированным в системе информационным ресурсам и поиску среди них. Предусмотрены средства

навигации по иерархическому каталогу ресурсов с учетом множественной классификации, фильтрации ресурсов по различным критериям, формирования пользовательских наборов данных («Корзина»), организации доступа к средствам визуализации геоданных через веб-сервис по протоколу WMS и через подсистему картографической веб-визуализации. Программная реализация выполнена с использованием PHP, xHTML, CSS, JavaScript, JQuery;

- пользовательский веб-интерфейс (подсистема) картографической веб-визуализации. Веб-приложение для отображения карт и отдельных слоев геоданных портала через веб-интерфейс. Его вызов, как правило, осуществляется через пользовательский веб-интерфейс каталога ресурсов (метаданных), о котором сказано выше. Веб-приложение подключается к каталогу ресурсов, откуда получает информацию о том, какие картографические слои и каким образом нужно отобразить. Для визуализации этих динамически формируемых данных используются программные библиотеки OpenLayers, MapScript/MapServer, и проч. Особо следует отметить возможность выбора различных фоновых картографических подложек (карты и спутниковые снимки) - Яндекс, Google, 2ГИС, Росреестр, и проч. (всего - около 40 шт.);

- подсистема управления веб-публикациями. Если в первой редакции геоportала - это ряд сервисов на основе «1С-Битрикс», то сейчас - это комплекс средств для формирования тематических разделов геоportала на основе системы управления веб-контентом (CMS) DRUPAL;

- картографические веб-сервисы. Прежде всего речь идет о веб-сервисе WMS, по которому геоданные портала доступны напрямую из стандартных ГИС. Развитие этого базового функционала обеспечено в «Пользовательском веб-интерфейсе каталога ресурсов (метаданных)», который позволяет формировать доступные по WMS-протоколу пользовательские наборы слоев и карт, создавая для них уникальные WMS-адреса;

- служебные веб-сервисы – набор программных интерфейсов (API), необходимых для интеграции разных элементов геоportала в единое целое. Например – сервисы получения списков зарегистрированных на сервере

шрифтов и условных символов, которые использует Windows-программа – редактор стилевого оформления слоев и карт;

- прикладные веб-сервисы. Сегодня реализованы такие функции как адресный поиск, геокодирование, прокладка маршрутов, построение водотоков. Эти сервисы предназначены для работы в составе прикладных геоинформационных систем, являются их неотъемлемой составной частью. На сегодняшний день имеют преимущественно ограниченный доступ [10].

2.4.2 Инструменты для загрузки файлов на геопортал и их редактирования

Для загрузки файлов на геопортал предусмотрено два способа.

Первый способ предусматривает использование программного обеспечения WinSCP.

Программное обеспечение WinSCP – это графический клиент SFTP (SSH File Transfer Protocol) для Windows с открытым исходным кодом. Он также поддерживает протокол SCP (Secure Copy Protocol). Предназначен для защищённого копирования файлов между компьютером и серверами, поддерживающими эти протоколы [11].

Программное обеспечение WinSCP выполняет все основные операции с файлами, такие как загрузка и выгрузка файлов. Он также позволяет переименовывать файлы и папки, создавать папки, изменять свойства файлов и папок, а также создавать символические ссылки и ярлыки. Один из двух интерфейсов программы позволяет также управлять файлами на локальном компьютере пользователя [11].

Второй способ подразумевает использование в качестве загрузки файлов на геопортал файловый менеджер FAR.

Файловый менеджер Far Manager — консольный файловый менеджер для операционных систем семейства Windows. Программа предоставляет удобный

интерфейс пользователя для работы с файловыми системами (реальными и эмулированными) и файлами:

- просматривать файлы и каталоги;
- редактировать, копировать и переименовывать файлы;
- и многое другое [12].

Для создания «нового ресурса» в каталоге ресурсов геопортала и настройки отображения созданных слоев карт, предоставляется программа Геоэкспресс и веб-интерфейс администратора портала.

Программа ГеоЭкспресс – основанная на веб-сервисах геопортала ИВМ СО РАН программа для Windows, которая предназначена для создания и редактирования тематического стилевого оформления отдельных слоев и карт в целом. Может использоваться для создания на геопортале карт как композиции отдельных слоев геоданных [13].

Возможности программы ГеоЭкспресс:

- подключение к геопорталу ИВМ СО РАН, получение списка ресурсов;
- тематическое оформление слоев геоданных;
- формирование карт из отдельных слоев геоданных;
- сохранение стилей в базе данных портала [13].

3 Обработка и анализ пространственных данных

3.1 Обработка исходных данных

Получив исходные данные, необходимо произвести их первичную обработку. После ознакомления с перечнем автодорог выяснилось, что в нем 1023 автомобильные дороги. Из них 982 автомобильные дороги с твердым покрытием не ниже пятой технической категории, находящиеся вне границ населенных пунктов, являющихся административными центрами муниципальных районов либо городских округов, и отвечающие требованиям действующих строительных норм и правил, условиям безопасности движения

автомобильного транспорта, обеспеченные производственными объектами, необходимыми для содержания автомобильных дорог. И 41 автомобильная дорога, включающая в себя искусственные дорожные сооружения – зимники не ниже III категории и (или) переправы по льду не ниже II категории, находящиеся вне границ населенных пунктов и отвечающие требованиям действующих строительных норм и правил, условиям безопасности движения автомобильного транспорта, обеспеченные производственными объектами, необходимыми для содержания автомобильных дорог.

В качестве основного инструмента работы с пространственными данными используем программное обеспечение QGIS. Запустив его, необходимо создать новый проект с азимутальной равновеликой проекцией ламберта (Lambert Azimuthal Equal Area) с кодом EPSG:3576. Выбор в пользу именно этой проекции был сделан потому, что анализ всех доступных вариантов показал, что она является лучшим вариантом среди проекций (имеющих код EPSG) для карт Красноярского края и России. Достоинством этой проекции является меньшие искажения Красноярского края и северных территорий России (по сравнению с EPSG:3395, 3857), "приближенность" к основным проекциям мелкомасштабных карт нашей страны. Недостатком – невозможность визуализации всей карты мира – только Россия и сопредельные территории.

Затем необходимо добавить в проект все исходные слои и изучить их содержимое. В качестве основного редактируемого слоя будет выступать слой с наиболее актуальной оцифровкой автомобильных дорог Красноярского края (далее целевой слой). Он содержит в себе наиболее новую версию оцифровки, следовательно наибольшее количество дорог.

Для того что бы в процессе редактирования векторных данных проверять точность оцифрованных слоев, необходимо подключить в программном обеспечении QGIS дополнительный модуль «QuickMapServices», он позволяет загружать из сети интернет в качестве подложки спутниковые снимки с различных источников, это позволяет визуально оценить адекватность оцифрованного слоя с автодорогами, и в случае необходимости отредактировать

его основываясь на загруженной подложке.

У целевого слоя в атрибутивной таблице присутствует поле «CODE», именно в него необходимо будет прописать каждому объекту соответствующие коды из перечня автодорог Красноярского края, но изначально у всех объектов в этом поле стоит значение «0», благодаря этому, для удобства визуализации уже отредактированных дорог относительно еще не редактированных, можно поставить условие в стиль отображения этого слоя, это позволит визуально различать дороги уже помеченные номером из текстового документа (рисунок 1).

После проделанных подготовительных действий можно приступать к самому процессу отметания объектов целевого слоя соответствующим номером из перечня дорог.

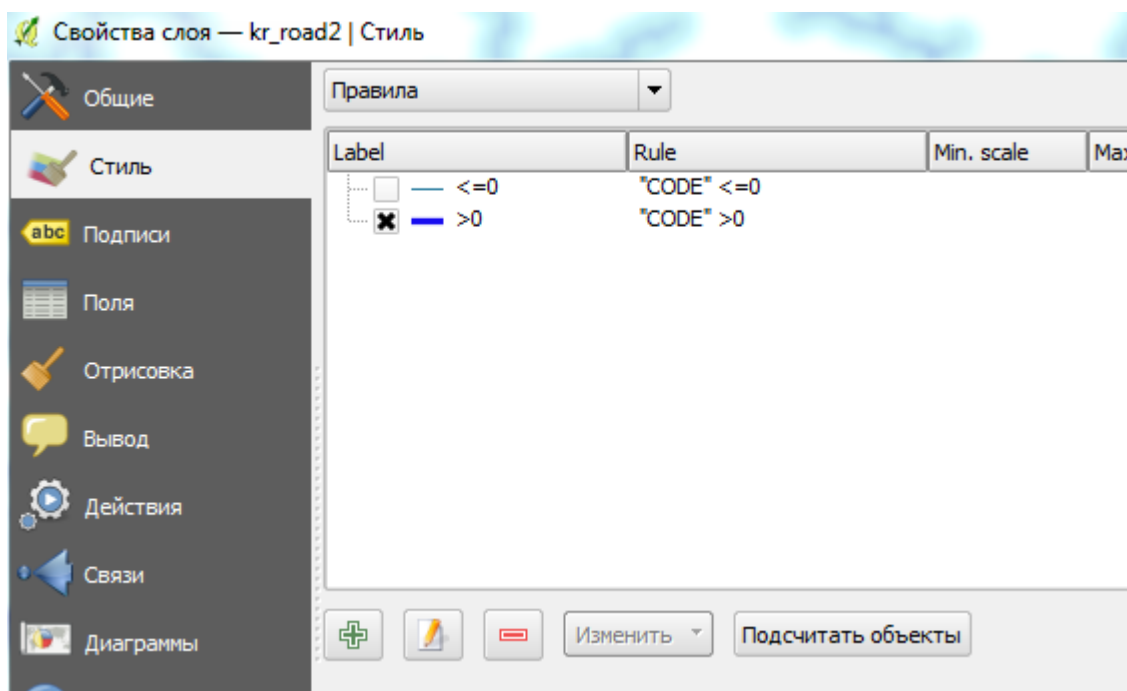


Рисунок 1 – Правила стиля отображения объектов

Так как на целевом слое много различных дорог, и далеко не все они входят в официальный список, возникает трудность выбора, какой именно маршрут на слое отмечать. К примеру, между двумя населенными пунктами может быть несколько автодорог с разным маршрутом. Поэтому, чтобы избежать

ошибочного выбора, необходимо ориентироваться относительно другого слоя автодорог (слой немного утратившей актуальность дорожной сети, от учреждения «КрУДор», но имеющий большинство отмеченных наименованием официальных дорог), который не так детально оцифрован, но имеет большинство названных официальных дорог (далее вспомогательный слой).

Согласно наименованию в перечне автодорог нужно найти по наименованию соответствующую автодорогу в атрибутивной таблице вспомогательного слоя, выделить ее, найти ее на карте, и в режиме редактирования уже на целевом слое выделить автодорогу, следующую по одному маршруту с выделенной дорогой вспомогательного слоя. Затем выделенный маршрут объектов целевого слоя с помощью атрибутивной таблицы, необходимо пометить в поле «CODE» соответствующим наименованию номером и сохранить результат редактирования.

Как выяснилось в процессе работы, в исходных данных не все автодороги были качественно и точно оцифрованы, поэтому иногда приходилось производить их дооцифровку или редактирование при помощи подложек космических снимков с Яндекс, Google и Bing ресурсов.

Некоторые особенно длинные автодороги, протяженностью свыше 250 км необходимо было редактировать в два три подхода по более мелким участкам, так как QGIS не может адекватно обрабатывать большое количество выделенных объектов на использованном для выполнения этой работы персональном компьютере. К сожалению, были и такие дороги в перечне, которые не были оцифрованы ни во вспомогательном слое, ни в целевом.

Отмечание автодорог соответствующим идентификатором на целевом слое, а так же дополнительное редактирование плохо оцифрованных дорог потребовало достаточно много времени. Результат проделанной работы в виде отмеченной дорожной сети отображен на рисунке 2.

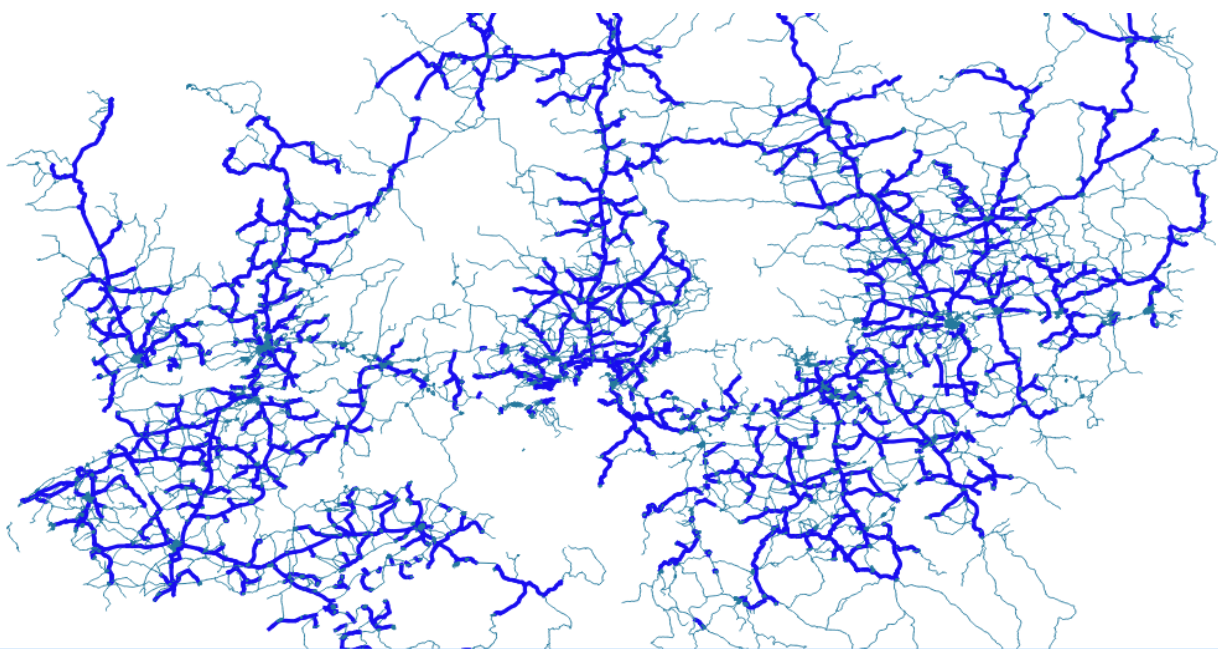


Рисунок 2 – Отмеченная официальными идентификаторами дорожная сеть

В результате было отмечено идентификаторами 11817 объектов целевого слоя.

Далее необходимо исключить из целевого слоя объекты дорожной сети, которые не были отмечены согласно перечню автодорог, так как они в дальнейшей работе не нужны, и будут только затрачивать лишние ресурсы при пространственном анализе и редактировании. Для этого нужно выделить все помеченные объекты и сохранить их в новый целевой слой. В результате получается отмеченная идентификаторами дорожная сеть, без посторонних дорог (рисунок 3).

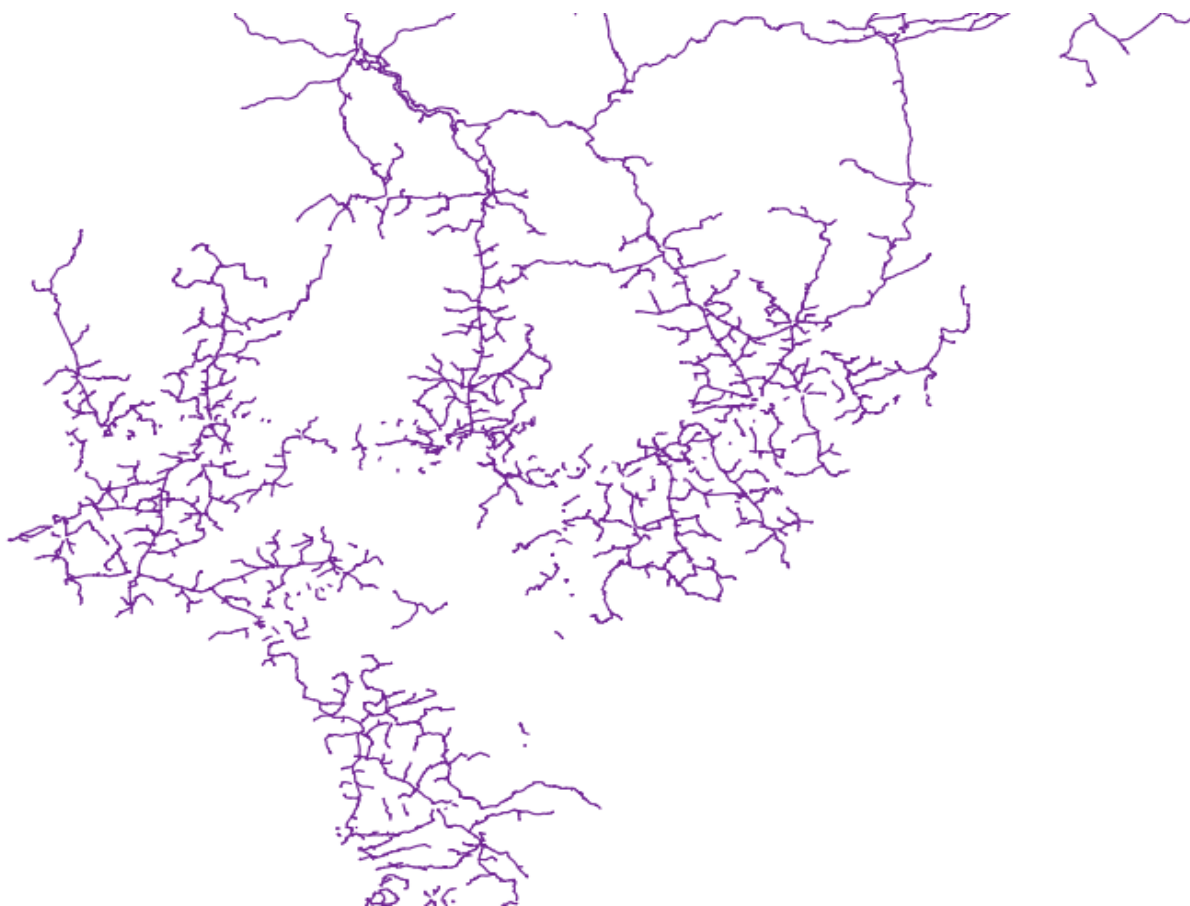


Рисунок 3 – Дорожная сеть на основе перечня автодорог

Так как преследуются разные задачи для пространственного анализа, то необходимо будет вести два варианта результирующего слоя.

Первый вариант: результирующий слой содержащий все дороги из перечня, в котором содержатся все 11817 объектов, с повторяющимися идентификаторами в поле «CODE» (так как каждая дорога может состоять из множества участков), без их группировки, с целью сохранить в атрибутивной таблице индивидуальную информацию каждого объекта, которая была получена вместе с исходными данными (целевой слой).

Второй вариант: целевой слой, в котором объединены (сгруппированы) объекты с одинаковым значением поля «CODE». Другими словами в этом слое, будут храниться цельные дороги, как они прописаны в перечне автодорог, соответственно индивидуальная информация об объектах (о каждом участке дороги) в атрибутивной таблице подвергнется удалению.

Приступая ко второму варианту, для объединения (группировки) объектов целевого слоя в программном обеспечении QGIS необходимо воспользоваться операцией геообработки «Объединение по признаку». В параметрах необходимо указать поле для объединения, в нашем случае это поле «CODE». К сожалению, в процессе выполнения данной операции программное обеспечение QGIS, не завершив объединение, выдает ошибку и завершается крахом. После неоднократного повторения данной операции, так и не удалось добиться успешного завершения объединения, были приняты попытки выполнить ту же операцию на других персональных компьютерах, но они так же не были успешными. Поэтому было принято решение, выполнить данную операцию с целевым слоем в другом программном обеспечении. В качестве хорошей альтернативы было выбрано более мощное программное обеспечение ArcGis, которое без труда справилось с данной задачей. Сохранив получившийся результат, нужно продолжить работу в программном обеспечении QGIS.

По итогу получаются два целевых слоя, один с объединенными по признаку объектами (после объединения у каждого объекта остался один атрибут, это поле «CODE»), а второй нет (осталась полная атрибутивная таблица).

3.2 Наполнение пространственной базы данных

Следующим этапом будет перенос данных из текстового документа в атрибутивные таблицы целевых слоев. Для этого нужно сформировать таблицу в формате CSV.

Для начала необходимо скопировать данные из текстового документа (только таблицы с дорогами) в программу Microsoft Office Excel. Затем нужно отредактировать все записи таким образом, что бы данные о каждой дороге хранились только в одной строке (это очень важно). Для этого у некоторой части дорог необходимо вручную переписать территориальную принадлежность ее участков в одну ячейку, с разделением записей с помощью специального знака

переноса внутри строки, который можно поставить в место нахождения курсора комбинацией клавиш Alt+Enter. Кроме это необходимо исключить из всего документа знак «;» (точка с запятой), так как этот знак будет являться разделителем записей при конвертировании таблицы в формат CSV. После редактирования таблица приняла упорядоченный по строкам вид (рисунок 4).

	A	B	C	D	E
1	Порядко вый номер	Идентификационный номер	Наименование	Протяженность (км)	Местонахождение (район)
2	1	04 ОП РЗ 04К-001	Абан – Дзержинское	60.27	32.36 – Абанский 27.91 – Дзержинский
3	2	04 ОП РЗ 04К-002	Ачинск – Бирилюссы	107.60	8.09 – Ачинский 38.8 – Бирилюсский 56.8 – Большеулуйский 3.91 – г. Ачинск
4	3	04 ОП РЗ 04К-003	Ачинск – Ужур – Троицкое	147.28	17.54 – Ачинский 48.72 – Назаровский 64.28 – Ужурский 3.2 – г. Ачинск 13.54 – г. Назарово
5	4	04 ОП РЗ 04К-004	Боготол – Тюхтет	39.40	23.93 – Боготольский 15.47 – Тюхтетский
6	5	04 ОП МЗ 04Н-005	Богучанская ГЭС – совхоз им. Ленина	55.12	22.3 – Богучанский 32.82 – Кежемский
7	6	04 ОП РЗ 04К-006	Богучаны – Кодинск	153.70	140.24 – Богучанский 13.46 – Кежемский
8	7	04 ОП РЗ 04К-007	Кодинск – Седаново	69.03	4.78 – Богучанский 64.25 – Кежемский

Рисунок 4 – Отредактированная таблица перечня автодорог

Как видно, таблица вполне готова для конвертации в формат CSV. Но для полноты информации на данном этапе было принято решение добавить еще одно поле в таблицу, которое будет расшифровывать из поля «идентификационный номер» значение дороги. В данной таблице всего два вида таких значений, региональное и межмуниципальное. К тому же это поле позволит в дальнейшем классифицировать на карте дороги по значению. После добавления еще одного поля, сохраняем данную таблицу в формате CSV с разделителем «точка с запятой».

Далее необходимо добавить сохраненную таблицу формата CSV в проект QGIS. Для этого нужно выбрать команду «Добавить слой CSV» и настроить параметры так, чтобы таблица считалась правильно. Так же необходимо указать, что из этой таблицы нужно брать данные только как атрибуты. В результате

настроек таблица должна выглядеть так же, какой мы ее наблюдали в программе Excel (рисунок 5).

	Порядковый номер	Идентификационный номер	Наименование	Протяженность (км)	Местонахождение (район)	Значение дороги
1	1	04 ОП РЗ 04К-001	Абан – Дзержинское	60.27	32.36 – Абанский 27.91 – Дзержинский	Региональное
2	2	04 ОП РЗ 04К-002	Ачинск – Бирилюссы	107.60	8.09 – Ачинский 38.8 – Бирилюсский 56.8 – Большеулуйский 3.91 – г. Ачинск	Региональное
3	3	04 ОП РЗ 04К-003	Ачинск – Ужур – Троицкое	147.28	17.54 – Ачинский 48.72 – Назаровский 64.28 – Ужурский 3.2 – г. Ачинск 13.54 – г. Назарово	Региональное
4	4	04 ОП РЗ 04К-004	Боготол – Тюхтет	39.40	23.93 – Боготольский 15.47 – Тюхтетский	Региональное
5	5	04 ОП МЗ 04Н-005	Богучанская ГЭС – совхоз им. Ленина	55.12	22.3 – Богучанский 32.82 – Кежемский 140.74 – Богучанский	Межмуниципальное

Рисунок 5 – Настройки считывания таблицы в формате CSV

После добавления таблицы в проект необходимо ее связать с целевыми слоями. Для этого в свойствах целевых слоев нужно настроить связь с таблицей по полю «CODE» и «Порядковый номер», а затем сохранить слои, чтобы таблица CSV скопировалась в атрибутивные таблицы слоев. После сохранения слоев, в атрибутивных таблицах поменялись названия полей на стандартные (по умолчанию), для того чтобы переименовать их в нужные, необходимо установить дополнительный модуль «Table Manager» в QGIS, и тогда появится возможность редактирования названий полей. Кроме того после копирования таблицы CSV в атрибутивные таблицы, возникло искажение чисел протяженности автодорог, а точнее нарушилась их разрядность, для того что бы это исправить, необходимо в атрибутивной таблице с помощью инструмента «калькулятор полей» создать дополнительное поле и функционально настроить туда перенос чисел из поля с протяженностью автодороги, настроив тип поля (десятичное число) и количество знаков после запятой. После создания нового поля, старое нужно удалить, а новое поставить на его место.

В результате имеется два целевых слоя с официально стоящими на учете, согласно перечню, региональными и межмуниципальными дорогами Красноярского края. После внимательного осмотра получившейся дорожной сети, было подмечено, что на ней для «солидности» не хватает двух самых основных, хоть и не входящих в перечень автодорог, относительно которых можно легко ориентироваться, это дороги федерального назначения, проходящие через Красноярский край.

Поэтому было решено их добавить из исходного слоя с федеральными дорогами, отредактировать геометрию относительно спутниковых снимков и сгруппировать по атрибуту. Что касается данных в атрибутивной таблице, то их пришлось искать самостоятельно. Официальный идентификатор и наименование федеральных дорог были найдены в сети интернет. А вот их протяженность на территории Красноярского края найти не удалось, поэтому она была посчитана вручную, с помощью информации с сайта о расположении по километражу автозаправок на той или иной дороге и спутниковой карты Яндекс со встроенной линейкой. С сайта были выбраны ближайшие к краям автозаправки, выяснялось на каком километре трассы они стоят, высчитывалось расстояние между ними, и линейкой расстояние от них, до краев трассы (границ Красноярского края), а затем полученные измерения складывались, проверялись на адекватность, и записывались в атрибутивные таблицы.

В результате получилось два целевых слоя с новой, самой актуальной и официальной информацией о наименовании автодорог, их идентификаторах, протяженности, территориальной принадлежности и классификации по значению. На слоях содержится информация согласно официальному перечню автодорог Красноярского края регионального, межмуниципального и федерального (в перечне нет, присутствует как дополнение) значения. Благодаря полю, содержащему классификацию значения автодорог, возможна настройка стиля отображения объектов слоя, на основе уникальных значений.

Результат представлен в виде карты в приложении А.

3.3 Анализ данных и создание тематического слоя карты

Для того, чтобы получить дополнительную графическую информацию в виде тематической карты, необходимо провести анализ имеющихся данных. Нужно получить информацию транспортной доступности территории и транспортной доступности населения. Под транспортной доступностью понимается степень обеспеченности каких-либо территорий автодорогами, которые позволяют добраться до необходимой точки назначения. Другими словами, чем выше уровень транспортной доступности, тем проще добраться до нужной точки назначения.

Приступая к получению информации транспортной доступности территории, необходимо провести анализ соответствующих данных. В этом случае основным предметом анализа будет являться площадь территорий. Результат анализа данных необходимо будет представить в виде круговой диаграммы для каждого района. Диаграмма должна отображать внутри каждого района долю территории в пределах 5 км от дорог общего пользования и долю территории за пределами 5 км от дорог общего пользования. Величину буферной зоны было принято взять равную 5 км, так как это оптимальное расстояние, которое человек может самостоятельно пройти, даже по пересеченной местности и принести с собой небольшой груз.

Для начала необходимо объединить объекты целевого слоя с автодорогами по признаку. Это можно сделать в QGIS с помощью операции в геообработке «Объединение по признаку». Затем на основе, объединенных в один объект, автодорог нужно создать буферную зону равную 5 км и сохранить результат в отдельном слое. Далее требуется разрезать полученную буферную зону автодорог слоем с районами Красноярского края. Эту процедуру удобнее и быстрее выполнить в программном обеспечении MapInfo с помощью соответствующей операции разрезания одного слоя другим. После успешного выполнения данной процедуры, необходимо сохранить результат и продолжить с ним работу в QGIS. Нужно присвоить каждому объекту, разрезанной буферной

зоны, соответствующий идентификатор района на территории которого он находится.

Затем в исходном слое с районами Красноярского края нужно среди всех полей атрибутивной таблицы оставить поля с кодами районов, названием, полным наименованием и численностью населения, а потом с помощью калькулятора полей, добавить еще одно поле с геометрической функцией подсчета площади объекта(района).

Далее к слою с разрезанными буферными зонами, необходимо присоединить атрибуты по местоположению из слоя с районами Красноярского края, с помощью соответствующей операции. Затем нужно посчитать с помощью калькулятора полей площадь каждой буферной зоны, а также высчитать в отдельное поле разницу между площадью района и площадью буферной зоны. Для более удобной настройки и лучшего визуального отображения диаграмм, необходимо построить центроиды полигонов буферных зон и при необходимости в ручную отредактировать их местоположение таким образом, чтобы они находились на достаточном удалении друг от друга. Когда центроиды расположились на своих местах, можно строить круговые диаграммы для каждого района в свойствах слоя, на основе площади буферной зоны и площади, которая в нее не включена. Для нормальной реализации линейного масштабирования отображаемых диаграмм, нужно создать с помощью калькулятора полей в атрибутивной таблице, поле с логарифмическим выражением, которое посчитает величину, находящуюся в определенных границах, и зависимую от площади буферной зоны. Благодаря хорошо посчитанным, зависимым от площади буферной зоны, величинам получается достаточно информативное и понятное на взгляд неподготовленного человека, отображение диаграмм площадей буферных зон и площадей в которые они не входят.

Приступая к получению информации транспортной доступности населения, необходимо провести анализ соответствующих данных. В этом случае основным предметом анализа будет являться численность населения.

Результат анализа данных необходимо будет представить в виде круговой диаграммы для каждого района. Диаграмма должна отображать внутри каждого района долю населения, которая проживает на расстоянии менее 5 км от дорожной сети и долю населения, которая проживает на расстоянии более 5 км от дорожной сети.

Для анализа потребуется слой с населенными пунктами Красноярского края, так как он содержит в себе информацию о численности населения в каждом населенном пункте за 2012 год, слой с районами Красноярского края, который позволит территориально разделить населенные пункты для подсчета численности населения внутри каждого района, а также слой с буферными зонами автодорог общего пользования для подсчета численности населения попавшего в буферную зону. С помощью операции «присоединить атрибуты по местоположению» необходимо объединить слой с населенными пунктами и слой с районами. В результате получится слой в атрибутивной таблице которого содержится 1752 записи о населенных пунктах, и добавленные по местоположению атрибуты из слоя с районами. Среди них важным является атрибут, описывающий код района в котором находится населенный пункт.

Из всех полей атрибутивной таблицы получившегося слоя, необходимо оставить поле с численностью населения за 2012 год, наименованием района и кодом района. Затем необходимо снова воспользоваться операцией присоединения атрибутов по местоположению для слоя с населёнными пунктами, получившегося в предыдущем действии, и слоя с буферными зонами автодорог общего пользования.

В результате выполнения данной операции в атрибутивной таблице получившегося слоя у населенных пунктов, которые находятся на территории буферной зоны, будут совпадать коды районов с присоединенными атрибутами, а так же будут присутствовать все значения полей по этим же строкам. У всех остальных записей по присоединенным атрибутам будет значение «null», это значит, что объект (населенный пункт) не попал на территорию буферной зоны.

Для удобства дальнейшей работы с получившимся слоем среди присоединенных атрибутов нужно оставить только поле со значением кода района, и с помощью калькулятора полей создать новое поле и поместить в него результат работы оператора сравнения строк «LIKE». При совпадении сравниваемых строк оператор запишет в качестве значения атрибута «1», в остальных случаях (где содержится значение null) будет записано значение «0». В качестве сравниваемых полей выступает поле с кодом района из атрибутивной таблицы с населенными пунктами и присоединенным атрибутом кода района. Затем присоединенное поле с кодом района можно удалить, так как оно не понадобится для дальнейшего анализа.

Полученную атрибутивную таблицу необходимо сохранить в формате CSV и с помощью сводных таблиц Excel по каждому району просуммировать общую численность населения, численность населения, которая попала в буферную зону каждого района, и численность населения, которая осталась за пределами буферной зоны в каждом районе.

В итоге после группировки населенных пунктов с суммированием их численности, получилась таблица с 62 записями по районам Красноярского края и 4 полями, одно из которых содержит в себе наименование районов, а остальные суммы по численности населения. Сохранив полученную таблицу в формате CSV, необходимо добавить ее в проект QGIS, и настроить ее связь со слоем районов Красноярского края. Сохранить слой с привязанной таблицей, добавить в нее с помощью калькулятора полей, новое поле и рассчитать в него величину, характеризующую зависимость от населения района в небольших диапазонах значений, для нормального отображения размеров круговых диаграмм и их линейного масштабирования.

3.4 Публикация результата на геопортал ИВМ СО РАН

Полученные в результате работы карты необходимо разместить и настроить их отображение на геопортале ИВМ СО РАН, чтобы к ним могли

иметь доступ пользователи портала и соответственно сотрудники КГКУ «КрУДор».

Для начала нужно с помощью программного обеспечения WinSCP авторизоваться на сервере с протоколом передачи данных SFTP. После успешной настройки соединения с сервером можно приступить к копированию файлов. Копирование файлов на сервер осуществляется в простом и понятном интерфейсе с двумя панелями, левая панель представляет локальный каталог, а правая каталог на сервере (рисунок 6).

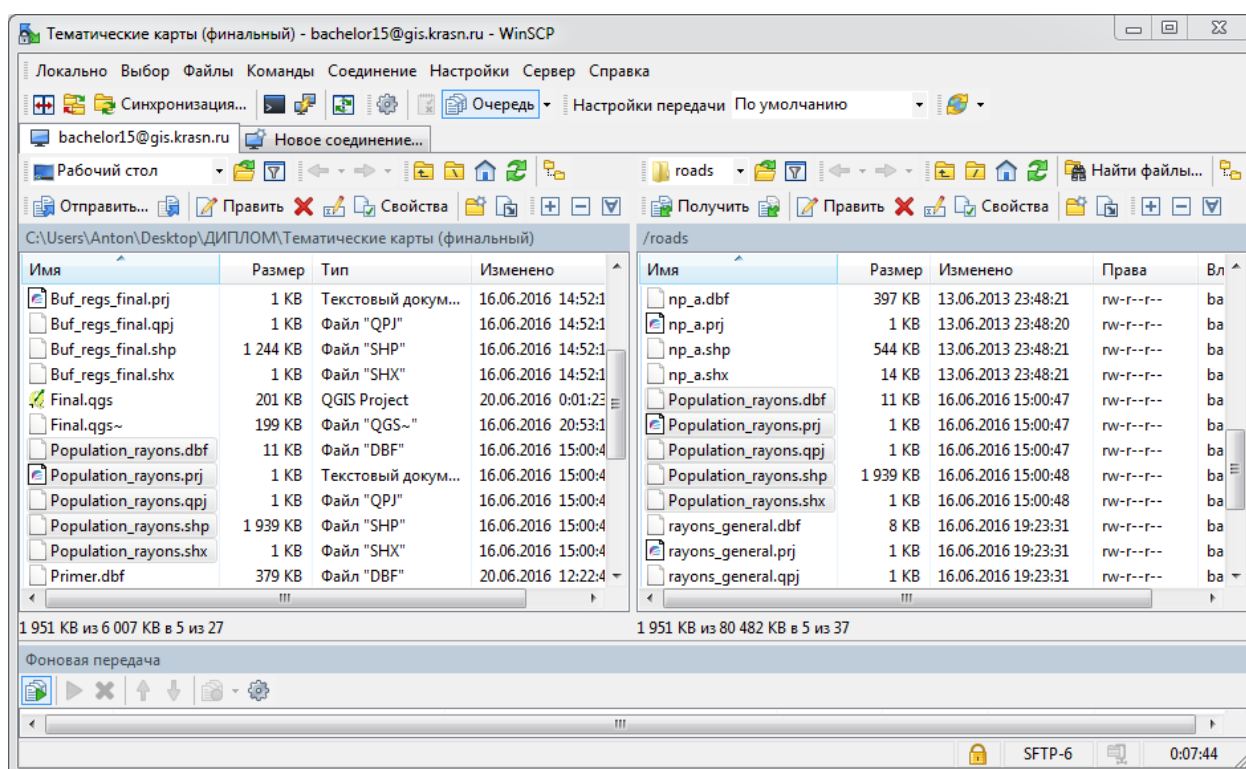


Рисунок 6 – Копирование файлов в каталог на сервере

После того, как файлы скопированы в каталог сервера, необходимо воспользоваться программой ГеоЭкспресс, и авторизовавшись, в свою личную папку (папку пользователя) добавить загруженные данные и создать для них необходимое количество карт. Добавленные данные можно редактировать, изменяя названия, заголовки, систему координат и тип геометрии. Кроме того, можно редактировать настройки отображения слоя, масштаб и стиль отображения, а так же просматривать промежуточный результат. Каждый слой

имеет только один стиль отображения, поэтому для построения стилистически сложных карт, иногда необходимо дублировать один и тот же слой несколько раз, и настраивать на каждый его экземпляр свой стиль отображения.

Геоэкспресс в качестве типа оформления слоя предоставляет тематическую раскраску, круговые диаграммы, гистограммы и вертикальные гистограммы. Кроме того, имеется возможность использовать в качестве подложки топооснову, карту рельефа, карту-схему, OpenStreetMap и другие варианты (рисунок 7).

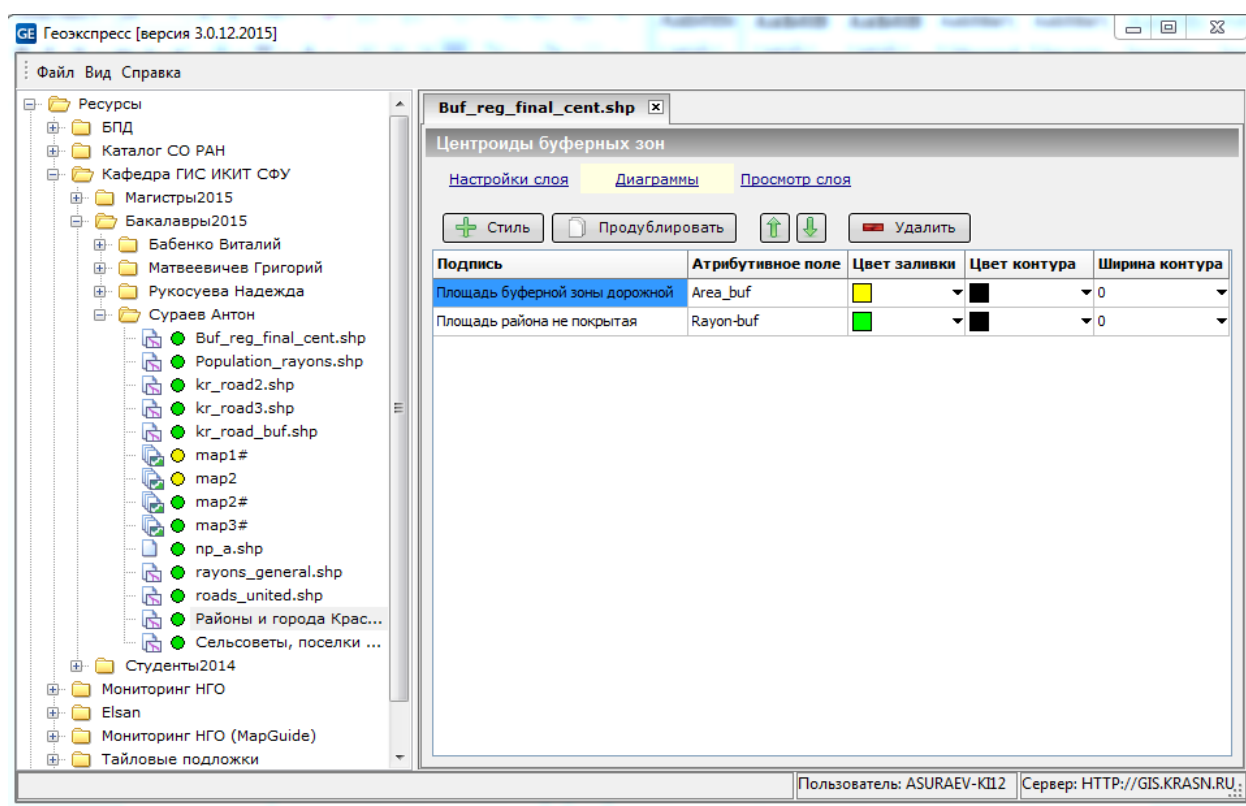


Рисунок 7 – Настройка стиля отображения в виде круговых диаграмм

При настройке карты есть возможность добавить в нее описание, задать систему координат, задать координаты начального и полного вида карты. Также есть возможность настроить параметры, компоновку легенды, и установить порядок отрисовки слоев на карте. Промежуточный результат отображения можно наблюдать во вкладке «Просмотр карты». У каждого слоя можно

настроить индивидуальную прозрачность и активировать отображение атрибутивной информации для пользователя карты.

Настроив все необходимые параметры, стили отображения и легенду, необходимо сохранить настройки получившейся карты.

4 Результаты работы и их использование

По итогу проделанной работы получена карта автомобильных дорог общего пользования Красноярского края. Также к ней сформирована база данных на основе исходного документа, которая содержит информацию о точном наименовании, идентификаторе, протяженности и территориальной принадлежности автодороги. Карта предоставляет возможность получения информации о дороге путем ее выбора (однократное нажатие курсором мыши), информация предоставляется во всплывающем из точки выбора, окне (рисунок 8).

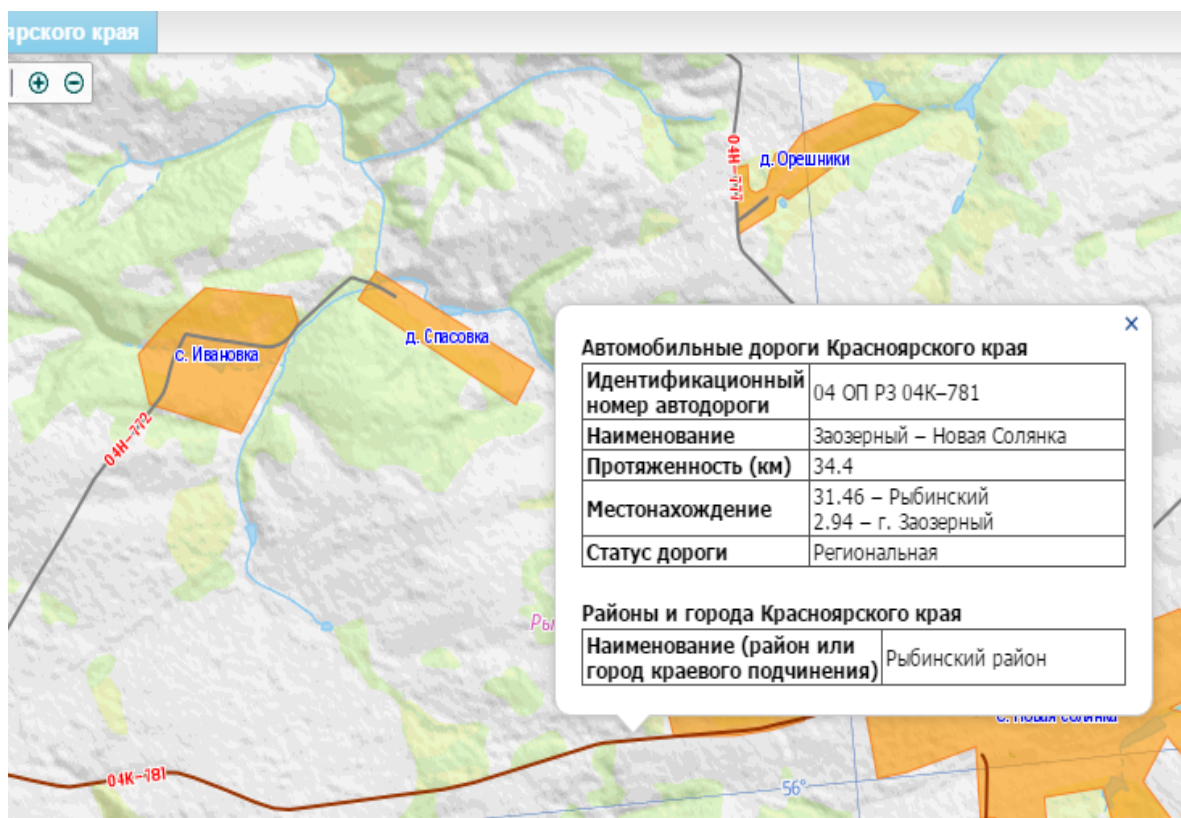


Рисунок 8 – Результат отображения карты на геопортале

Карта легко масштабируется, подбирая при этом оптимальные размеры отображения подписей. Каждая дорога визуальнo имеет свою подпись в виде индивидуального идентификатора, согласно исходному документу.

Легенда карты позволяет изменять параметры отображения объектов. Классификация по значению дорог, исполнена в виде линий разной ширины, соответственно федеральные дороги отмечены самой широкой линией, региональные средней ширины и межмуниципальные узкой линией. Кроме того, в легенду были включены дороги, которые не получили своего официального идентификатора согласно исходному документу, такие дороги отмечены тонкой пунктирной линией. Также инструменты геопортала позволяют осуществлять просмотр таблицы атрибутов слоя с автодорогами. После нажатия на автодорогу в атрибутивной таблице, карта не меняя масштаба автоматически сдвинется таким образом, что выделенная автодорога окажется в центре карты. Опубликованную карту на геопортале можно найти в каталоге ресурсов вручную или в поиске по названию «Карта автомобильных дорог общего пользования Красноярского края». Более детально рассмотреть результат отображения карты на геопортале можно в приложении Б.

Внимательно изучив полученную карту, визуальнo можно сделать некоторые выводы о неравномерности уровня транспортной доступности.

Транспортная инфраструктура Красноярского края представлена всеми видами транспорта. По перевозке пассажиров лидирует автомобильный транспорт, по перевозке грузов – железнодорожный, именно они и определяют возможности развития региона. Уровень развития транспортной инфраструктуры края неоднороден по территории. Наиболее освоенными являются центральные и южные районы, где проходит Транссибирская железнодорожная магистраль, вдоль которой сконцентрированы и основные автодороги. Для северных территорий характерна чрезвычайно низкая плотность дорожной сети, характеризующаяся отсутствием связей с центральными территориями края [15].

Кроме карты автомобильных дорог общего пользования, также была создана тематическая карта транспортной доступности по автодорогам общего пользования Красноярского края. В ее легенде содержатся границы и подписи районов Красноярского края, населенные пункты края, буферная зона (территория в пределах 5 км от автодорог общего пользования), автомобильные дороги общего пользования, транспортная доступность территории и транспортная доступность населения.

Транспортная доступность территории представлена круговыми диаграммами, отображающими долю территории в пределах 5 км от дорог общего пользования и долю территории за пределами 5 км от дорог общего пользования. Данный элемент легенды характеризует насколько охвачена территория района дорожной сетью общего пользования.

Транспортная доступность населения представлена также круговыми диаграммами, отображающими долю населения, которая проживает на расстоянии менее 5 км от дорожной сети и долю населения, которая проживает на расстоянии более 5 км от дорожной сети.

Для карты транспортной доступности также представлена возможность просмотра атрибутивных таблиц. Отображение слоев можно включать и выключать галочкой напротив соответствующего слоя в легенде. Для более адекватной визуальной оценки транспортной доступности территории и транспортной доступности населения, рекомендуется просматривать эти данные отдельно. Опубликованную карту на геопортале можно найти в каталоге ресурсов вручную или в поиске по названию «Карта транспортной доступности по автодорогам общего пользования Красноярского края». Более детально рассмотреть результат отображения карты на геопортале можно в приложении В.

Результат работы представлен на геопортале ИВМ СО РАН, и является общедоступным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения работы была произведена первичная обработка исходных данных. С помощью специальных программных средств были отредактированы пространственные данные и дооцифрованы недостающие объекты на целевых слоях, а затем произведена привязка таблицы данных из официального документа, с перечнем автодорог общего пользования Красноярского края, к атрибутивным таблицам целевых слоев. Кроме того, к целевым слоям были добавлены пространственные данные о федеральных дорогах, которые проходят на территории Красноярского края, а так же была дополнительно найдена информация о их официальных наименованиях и идентификаторах. Протяженность федеральных дорог была высчитана с помощью подручных средств и ресурсов. В результате была сформирована тематическая карта автомобильных дорог общего пользования Красноярского края, способная отображать во всплывающем окне данные атрибутивной таблицы по нажатию на объект.

Также был проведен пространственный анализ слоя с автодорогами общего пользования и на его основе создана карта транспортной доступности по автодорогам общего пользования Красноярского края. Карта включает в себя два основных критерия оценки транспортной доступности. Транспортная доступность территории и транспортная доступность населения.

По итогу результаты проделанной работы были опубликованы на геопортале ИВМ СО РАН, они являются общедоступными. Любой пользователь данного ресурса без труда может воспользоваться полученными картами.

Сформированная пространственная база данных является информационной основой для углубленного анализа и оценки степени обеспеченности районов Красноярского края автодорогами общего пользования.

В заключении проделанной работы все поставленные цели и задачи были выполнены.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Парыгин Ю.П. Устав краевого государственного казенного учреждения «Управление автомобильных дорог по Красноярскому краю». – Красноярск, 2011. – 19 с.
- 2 Гордеенко Н.М. Оценка влияния автомобильных дорог на социально-экономическое развитие Российской Федерации // Проблемы региональной экономики. – Санкт-Петербург, 2009. – №2 – С. 31–34.
- 3 Экономика БГЭУ – Блог [Электронный ресурс] : Транспортная инфраструктура регионов и ее развитие. – Режим доступа: <http://www.economy-web.org/?p=468>.
- 4 Сафронов Э.А. Транспортные системы городов и регионов. – Москва, 2007. – 18 с.
- 5 Апсаямова Э. Основы работы с текстовым редактором Microsoft Word 2010 в Windows 7 средствами программы экранного доступа JAWS 14. – 2014. – Режим доступа: <http://jaws.tiflocomp.ru/docs/apps/msword2010.php#>.
- 6 Office GURU [Электронный ресурс] : Microsoft Office Excel. – Режим доступа: <http://office-guru.ru/excel/microsoft-office-excel-что-это-59.html>.
- 7 Тамбовский областной центр новых информационных технологий [Электронный ресурс] : Свободная геоинформационная система Quantum GIS. – Режим доступа: <http://gis.web.tstu.ru/vozmogquantum.html>.
- 8 ESRI CIS Геоинформационные системы [Электронный ресурс]: ArcGIS. – Режим доступа: <http://esri-cis.ru/arcgis/>.
- 9 ESTI MAP [Электронный ресурс]: MapInfo Pro. – Режим доступа: <http://www.mapinfo.ru/product/mapinfo-professional>.
- 10 Геопортал ИВМ СО РАН [Электронный ресурс]: Справка по геопорталу. – Режим доступа: <http://gis.krasn.ru/blog/help-center/geoportal-help>.
- 11 WinSCP – Free SFTP, SCP and FTP client for Windows [Электронный ресурс]: Введение. – Режим доступа: <https://winscp.net/eng/docs/lang:ru>.

12 Far Manager – file and archive manager [Электронный ресурс]: Главная. – Режим доступа: <http://farmanager.com/>.

13 Геопортал ИВМ СО РАН [Электронный ресурс]: Программа ГеоЭкспресс. – Режим доступа: <http://gis.krasn.ru/blog/geoexpress>.

14 Пеньшин Н.В. Поддержание оптимального уровня качества и оценки состояния автомобильных дорог. – Тамбов, 2009. – 6 с.

15 Зандер Е.В., Корякова Е.А. Развитие транспортной инфраструктуры как необходимое условие социально-экономического развития региона // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М.Ф. Решетнева . – Красноярск, 2011. – № 1 – С. 173.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Карта дорог Красноярского края, согласно официальному документу

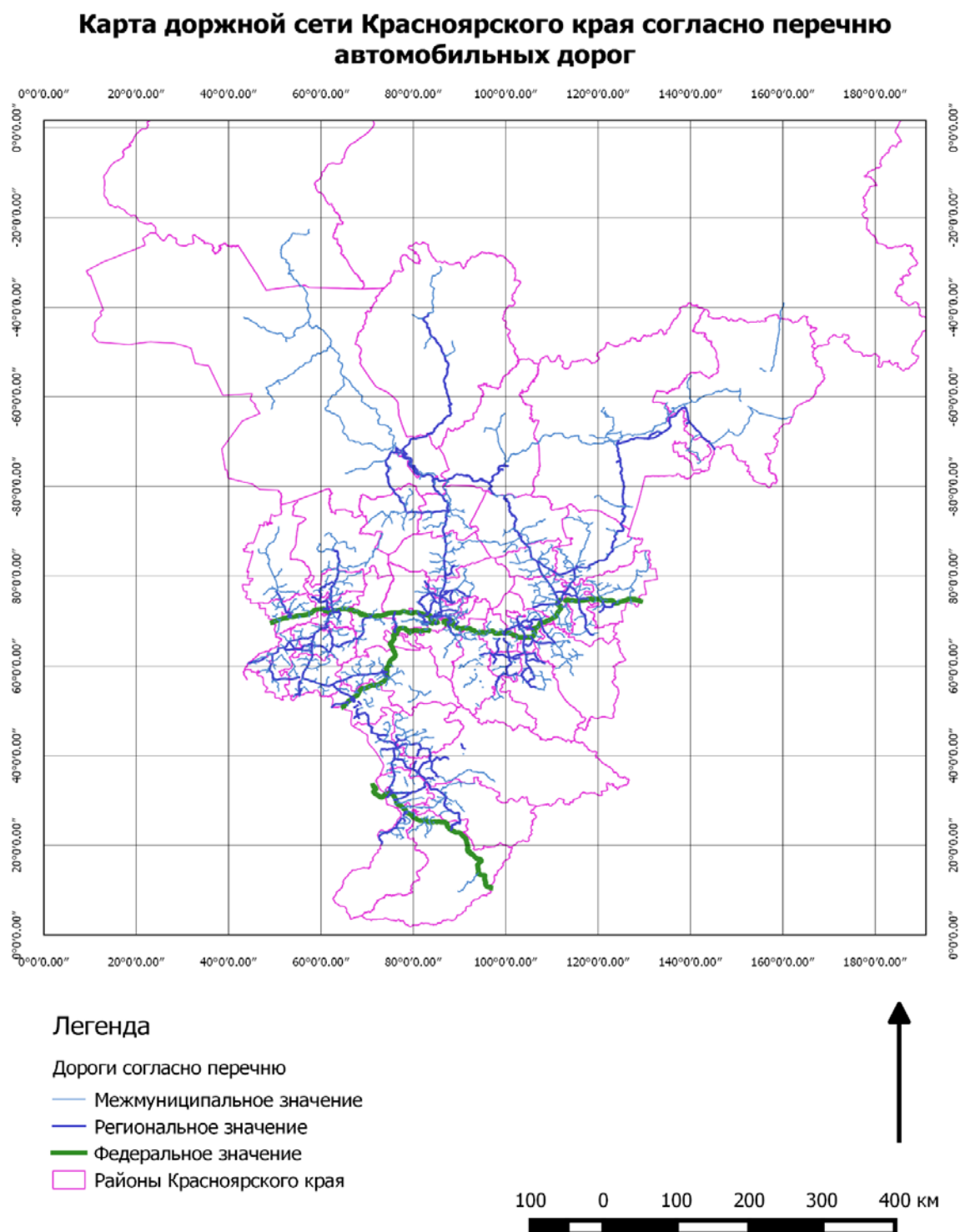


Рисунок А.1 - Дорожная сеть Красноярского края

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Карта автомобильных дорог общего пользования Красноярского края на геопортале ИВМ СО РАН

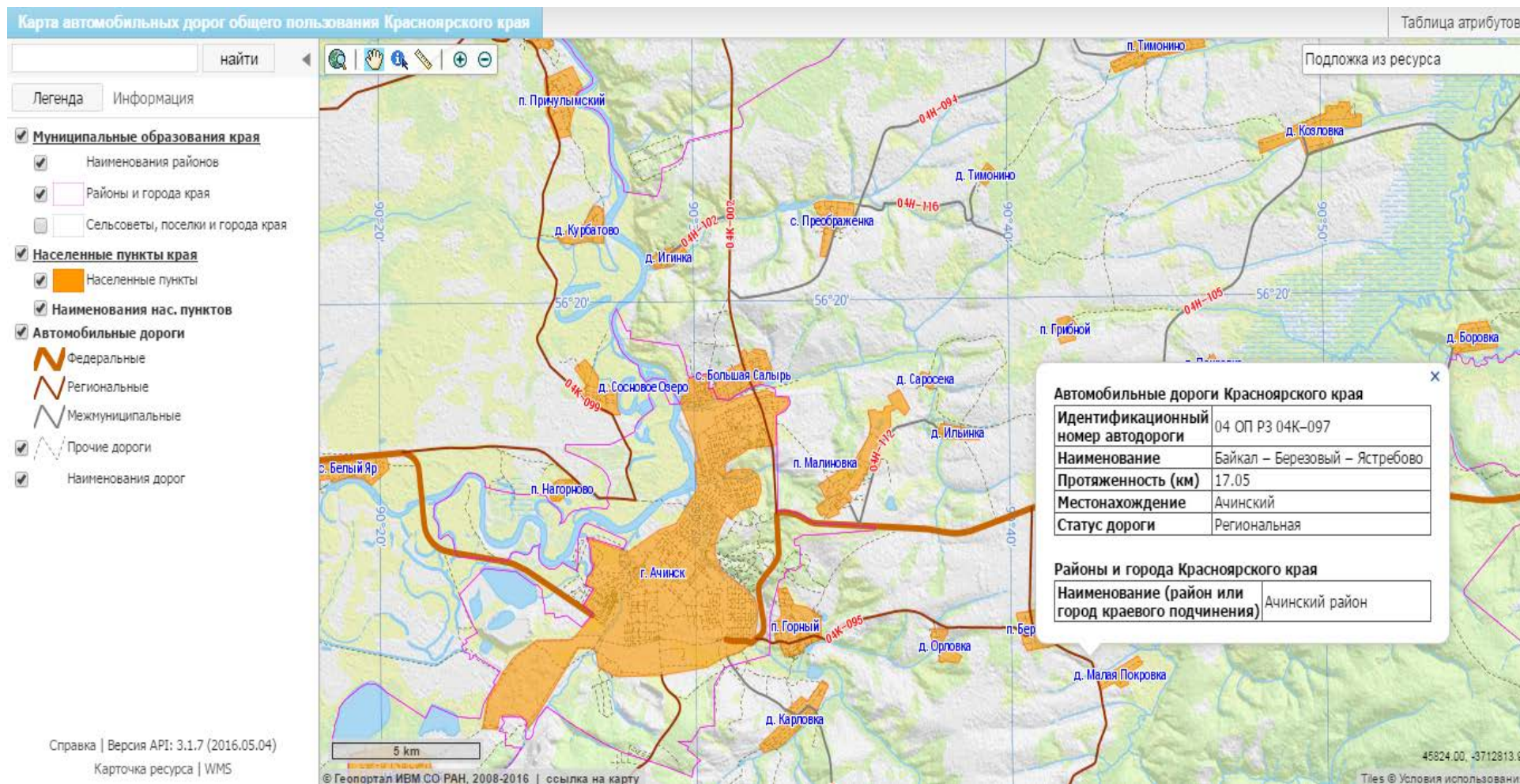


Рисунок Б.1 – Отображение карты на геопортале

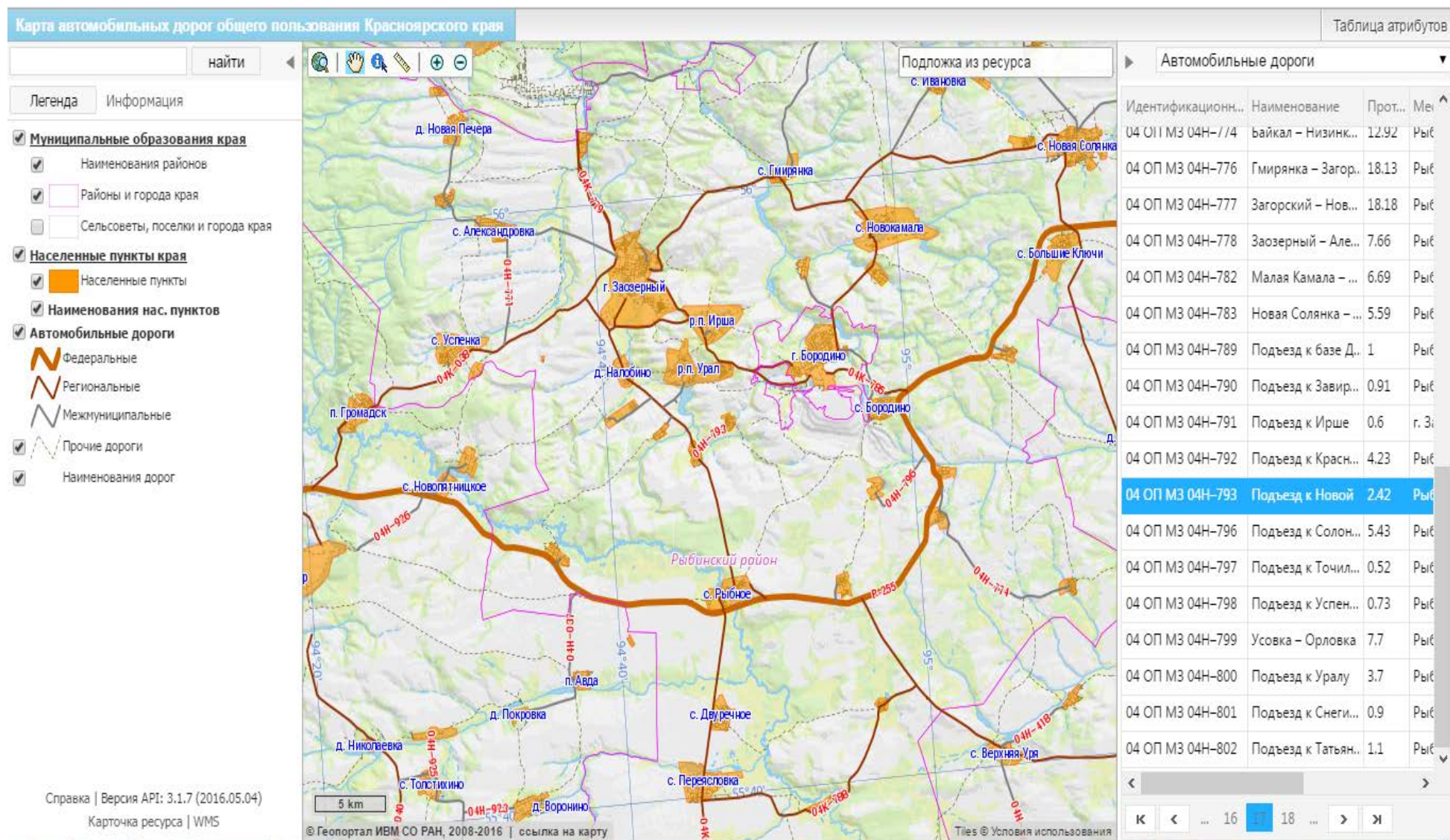


Рисунок Б.2 – Демонстрация использования атрибутивной таблицы слоя автодорог

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Карта транспортной доступности по автодорогам общего пользования Красноярского края на геопортале ИВМ СО РАН

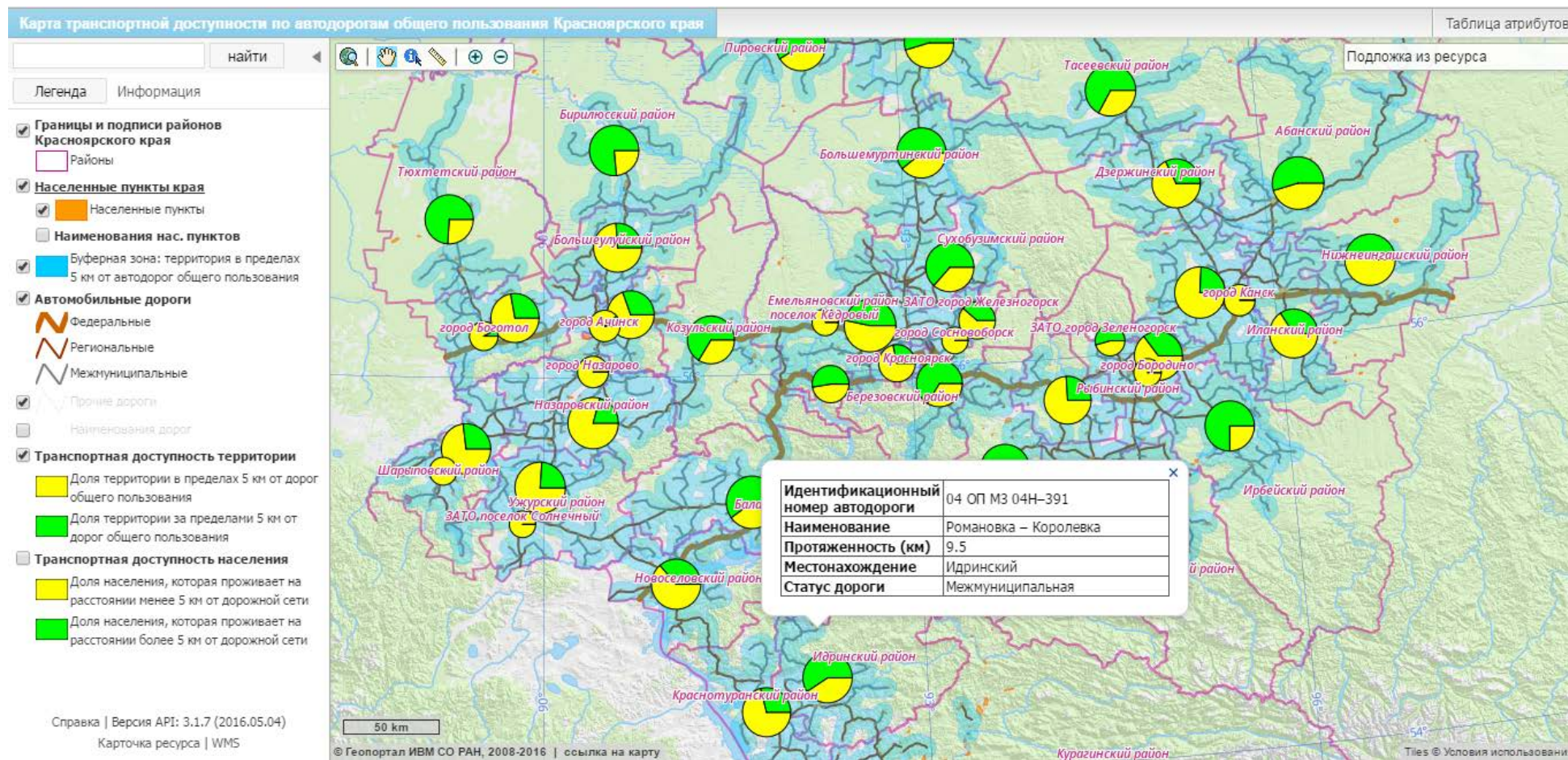


Рисунок В.1 – Транспортная доступность территории

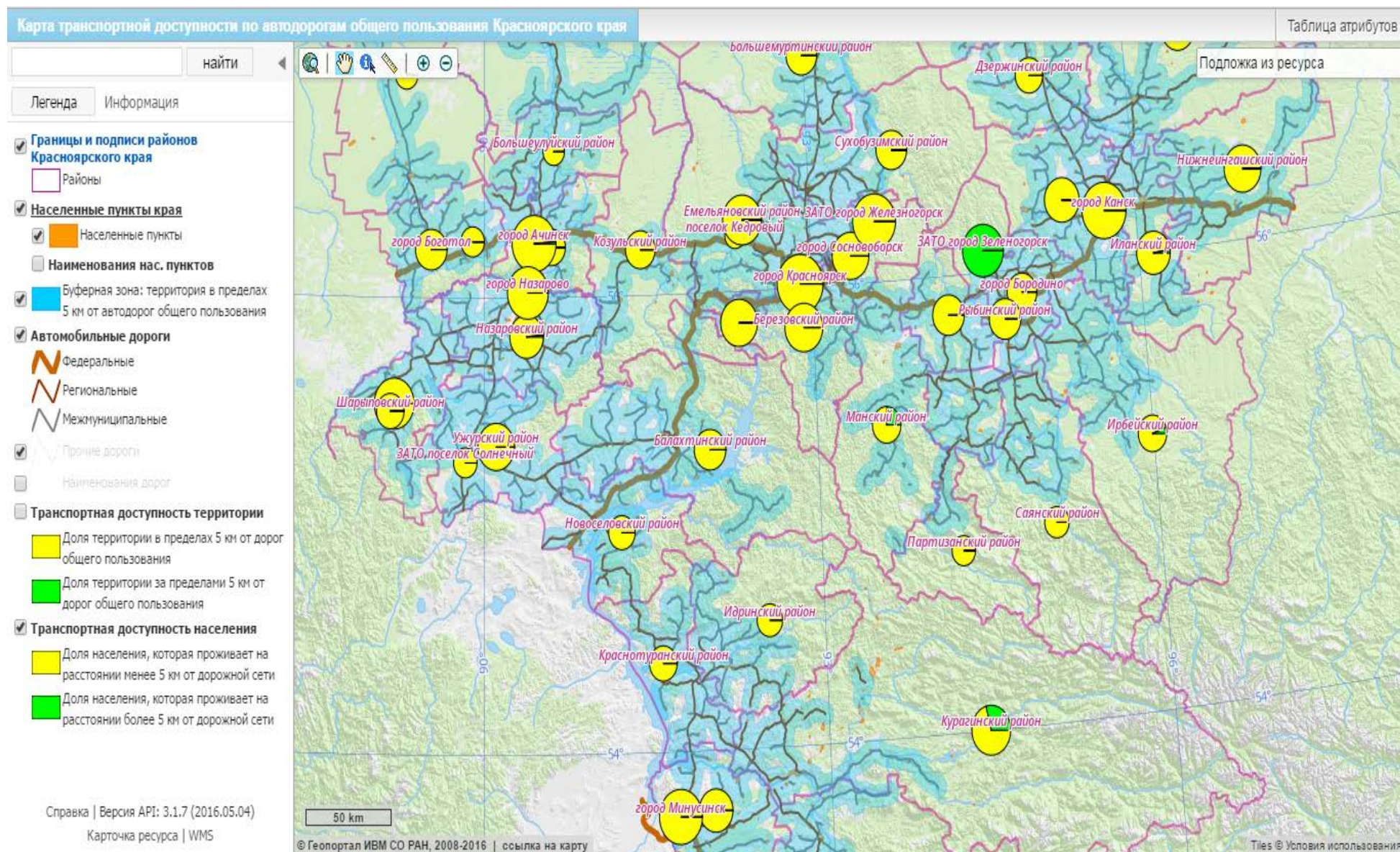


Рисунок В.2 – Транспортная доступность населения